

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«30» ноября 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи измерительные Метран-2700

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-029-2022

(с изменением № 2)

2023 г.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные Метран-2700 (далее по тексту - преобразователи) и устанавливает методы его первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей к Государственным первичным эталонам:

ГЭТ 4-91 (единицы силы постоянного электрического тока) в соответствии с Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А», методом прямых измерений».

ГЭТ 14-2014 (единицы электрического сопротивления) в соответствии с Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

ГЭТ 13-2023 (единицы электрического напряжения) в соответствии с Приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»

1.4 На основании письменного заявления владельца преобразователя или лица, представившего преобразователь на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки преобразователя на перенастроенный диапазон измерений, лежащий внутри максимального диапазона измерений в соответствии с описанием типа и превышающий минимальный интервал измерений для данной модели, с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в описании типа преобразователей.

2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки.

Наименование операции	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям 4.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов	да	да	10.1
5 Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а преобразователь бракуют.

2.3 Допускается выполнять проверку преобразователя без установки в корпус (соединительную головку).

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % не более 80

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемое устройство и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
Основные средства поверки:		
8, 10	Диапазон воспроизведения постоянного напряжения от минус 1 до 1 В; Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения $\pm (7 \cdot 10^{-5} \cdot \text{ИВ}^1) + 4 \cdot 10^{-6}$ В (Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3457 от 30.12.2019 г.)	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ)
8, 10	Диапазон воспроизведения сопротивления постоянного тока от 0,01 до 111111,1 Ом, класс точности 0,005/1,5 · 10 ⁻⁶ (Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г.)	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC3070M-1 (регистрационный номер 64073-16 в ФИФОЕИ)
8, 10	Номинальное значение электрического сопротивления постоянного тока 100 Ом, класс точности 0,01 (Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г.)	Катушка электрического сопротивления измерительная P331 (регистрационный номер 1162-58 в ФИФОЕИ)
8, 10	Диапазон измерения постоянного напряжения от минус 10 до 100 мВ, пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения $\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ИВ}^1) + 10$ мкВ (Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3457 от 30.12.2019 г.)	Мультиметр многоканальный прецизионный Метран 514-ММП (регистрационный номер 47848-11 в ФИФОЕИ)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
8, 10	Диапазон измерений силы постоянного тока от минус 100 до плюс 100 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока $\pm (5,0 \cdot 10^{-4} \cdot \text{ИБ}^1) + 5 \cdot 10^{-6}$ А (Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г.) Диапазон измерения напряжения постоянного тока от минус 100 до плюс 100 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm (5,0 \cdot 10^{-5} \cdot \text{ИБ}^1) + 3,5 \cdot 10^{-6}$ В (Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3457 от 30.12.2019 г.)	Вольтметр универсальный GDM-79061 (регистрационный номер 76322-19 в ФИФОЕИ)
Вспомогательное оборудование:		
8-10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, (регистрационный номер 71394-18 в ФИФОЕИ)
8-10	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
8-10	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 12 до 42,4 В	Источник питания постоянного тока GPR-76030D
8-10	HART-Коммуникатор	
¹⁾ ИБ – измеряемая величина. <i>П р и м е ч а н и е:</i> 1) Допускается применять иные средства поверки при условии, что соотношение суммарной погрешности средств поверки и поверяемого средства измерений при одном и том же значении температуры не более 1:2. 2) Все основные средства поверки, должны быть: зарегистрированы в Федеральном информационном фонде средств измерений, утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или быть аттестованы в установленном порядке, в соответствии с действующим законодательством. 3) Допускается применение аналогичного вспомогательного оборудования.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемое устройство, приведенными в эксплуатационной документации.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид преобразователя соответствует описанию типа;
- отсутствуют механические повреждения, коррозия, нарушение покрытий, надписей и другие дефекты, которые могут повлиять на работу преобразователя и на качество поверки.

Примечание: при выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и устройство допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство к дальнейшей поверке не допускается.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить ЭД наверяемый преобразователь и на применяемые средства поверки;
- выдержать преобразователь в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его ЭД;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их ЭД.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование преобразователей проводить в следующей последовательности:

8.2.1.1 Подключить к преобразователю необходимое оборудование в соответствии со схемами, приведенными в приложении А.

8.2.1.2 При помощи имитатора сигнала (в качестве имитатора сигнала может быть использован Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) или Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC3070M-1 в зависимости от типа входного сигнала преобразователя) задать значения входных сигналы равные нижнему и верхнему пределу измерений входного сигнала преобразователя (осуществляется только для заявленных характеристик, указанных в паспорте, с которыми эксплуатируется данный преобразователь);

8.2.1.3 Проверить, что выходной сигнал на преобразователе изменяется соответственно.

8.2.1.4 Результаты опробования считаются положительными, если загорелся индикатор включения и удалось подключиться к контроллеру при помощи персонального компьютера.

8.2.1.5 Допускается совмещать процедуру опробования с п.10.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для проверки необходимо подключить преобразователь к HART-коммуникатору и после установления соединения считать идентификационные признаки программного обеспечения преобразователя (номер версии программного обеспечения) в соответствующем разделе меню коммуникатора.

9.2 Проверить, что версия ПО соответствует информации указанной в ОТ.

9.3 Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если встроенное программное обеспечение соответствует указанным в описании типа значениям.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов

10.1.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов преобразователя осуществляется только для заявленных метрологических характеристик, указанных в паспорте, с которыми эксплуатируется данный преобразователь.

10.1.2 Определение основной погрешности преобразователя проводят на пяти значениях измеряемой величины, соответствующих (0–10) %, (25±5) %, (50±5) %, (75±5) %, (90–100) % от диапазона измерения измеряемой величины.

10.1.3 Подключить к преобразователю необходимое оборудование в соответствии со схемами, приведенными в приложении А.

В качестве имитатора сигнала использовать:

- многозначная мера сопротивления – для преобразователей с режимом работы с термопреобразователями сопротивления и режимом работы с преобразователями, имеющими на выходе сигнал в виде изменения электрического сопротивления (подключение к контактам 1, 2, 3, 4).
- калибратор многофункциональный (с возможностью генерации постоянного напряжения) – для преобразователей с режимом работы с термоэлектрическими преобразователями и режимом работы с преобразователями, имеющими на выходе сигнал в виде изменения электрического напряжения (подключение к контактам 2, 3).

10.1.4 При помощи имитатора сигнала задают значение входного сигнала, соответствующее значениям измеряемой величины в соответствии с п. 10.1.2 (для преобразователей с входными сигналами типа термопреобразователей сопротивления и для преобразователей с входными сигналами типа термоэлектрических преобразователей, задают соответствующие температурам значения сопротивления и напряжения согласно ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ 8.585-2001 соответственно).

10.1.5 После установления значения выходного сигнала измеряют падение напряжения на однозначной мере электрического сопротивления (далее - ОМЭС) и вычисляют значение протекающего через нее тока или осуществляют прямое измерение силы тока. Значения выходного сигнала по цифровому сигналу определяют при помощи специального ПО на экране компьютера или коммуникатора.

10.1.6 Операция по пп. 10.1.4 – 10.1.5 повторяется для остальных значений измеряемой величины.

10.1.7 Определить значение основной абсолютной погрешности преобразователя.

10.1.7.1 Определение основной абсолютной погрешности при измерении косвенным методом аналогового выходного сигнала.

10.1.7.1.1 Расчётные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока $I_{\text{вых},i}$ при косвенном измерении определяют по формуле

$$I_{\text{вых},i} = U_{\text{вых},i} / R_0, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых},i}$ – значение падения напряжения на эталонном сопротивлении в i , мВ;

R_0 – значение эталонного сопротивления, Ом.

10.1.7.1.2 Значение величины, измеряемой поверяемым преобразователем, °C/Ом/мВ

$$t_i = \frac{I_{\text{вых},i}^2 \cdot D}{16} + t_{\min}, \quad (2)$$

D – диапазон измерения поверяемого преобразователя, °C/Ом/мВ.

$t_{\min}$ – нижний предел настроенного диапазона измерений

10.1.7.1.3 Основную абсолютную погрешность преобразователя по аналоговому сигналу вычисляют по формуле:

$$\Delta_{ai} = t_i - t_{di}, \quad (3)$$

где t_{di} – действительное значение величины, задаваемое эталоном.

10.1.7.2 Определение основной абсолютной погрешности при измерении прямым методом аналогового выходного сигнала.

10.1.7.2.1 Основную абсолютную погрешность преобразователя по аналоговому сигналу вычисляют в соответствии с формулами (2) и (3)

10.1.7.3 Определение основной абсолютной погрешности по цифровому выходному сигналу.

10.1.7.3.1 Основную абсолютную погрешность преобразователя по цифровому сигналу вычисляют в соответствии с формулой (3).

10.1.8 Преобразователь подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если значения основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов преобразователя (Δ_{ai}) при каждом значении измеряемой величины не превышают значений допускаемой основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов, указанной в описании типа средства измерений.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляется протоколом поверки в произвольной форме.

11.2 Сведения о результатах поверки преобразователя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.3 По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда преобразователь подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на преобразователь знака поверки, и (или) внесением в паспорт преобразователя записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда преобразователь не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт преобразователя соответствующей записи.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

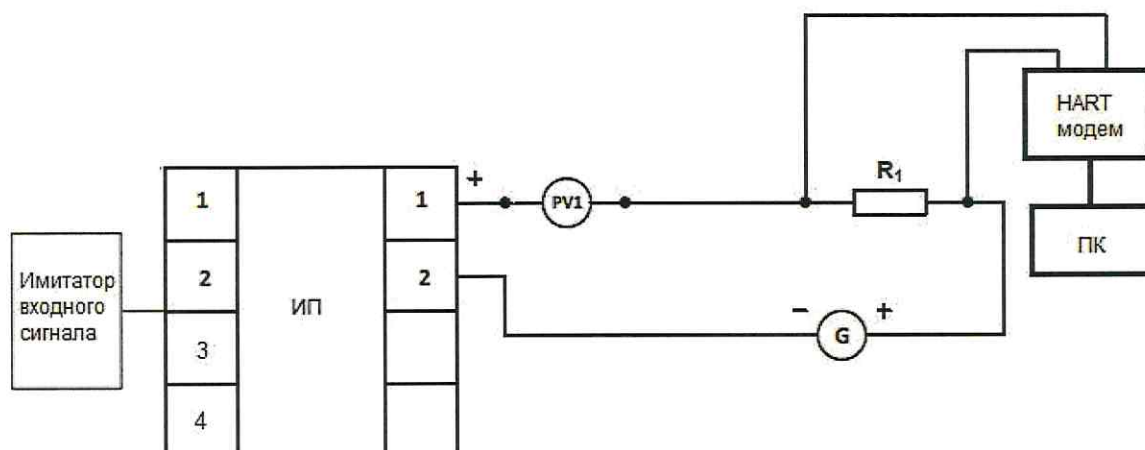
Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Г.С. Володарская

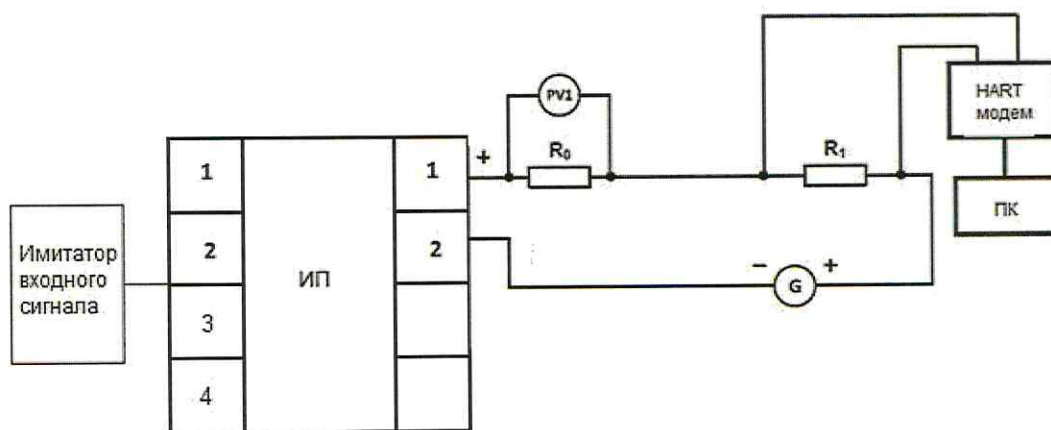
П.А. Гриценко

Приложение А
(рекомендуемое)
Схема соединения преобразователя



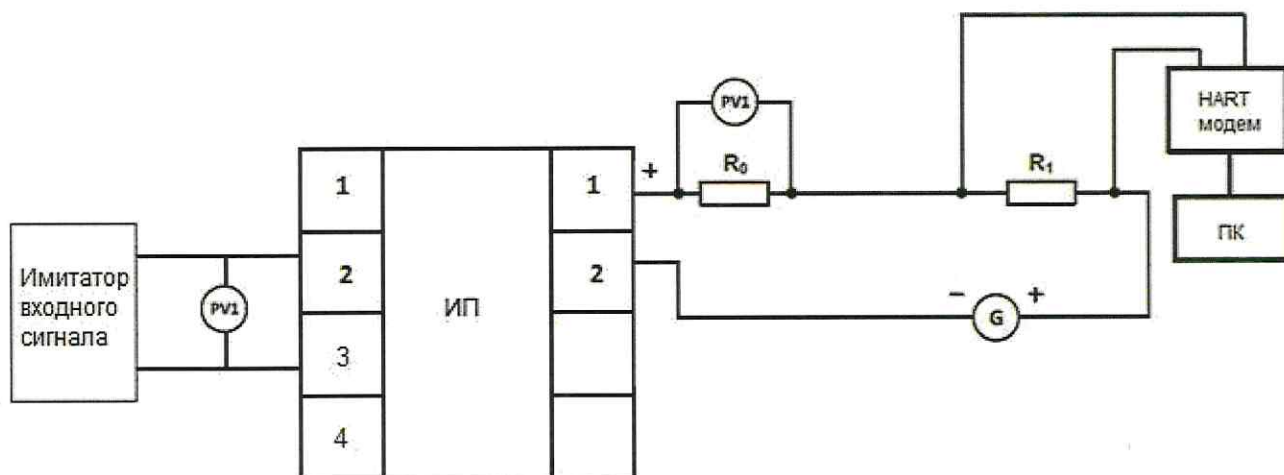
- PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока (Вольтметр универсальный GDM-79061)
- G – источник питания (Источник питания постоянного тока GPR-76030D)
- R₁ – магазин сопротивлений (Мера электрического сопротивления постоянного тока (500 Ом) многозначная MC3070M-1)
- ПК – персональный компьютер

Рисунок А.1 – Схема проверки преобразователя с прямым измерением токового сигнала и подключением HART-модема



- PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока (Вольтметр универсальный GDM-79061)
- R₀ – эталонная катушка сопротивлений (Катушка электрического сопротивления измерительная P331)
- R₁ – магазин сопротивлений (Мера электрического сопротивления постоянного тока (500 Ом) многозначная MC3070M-1)
- G – источник питания (Источник питания постоянного тока GPR-76030D)

Рисунок А.2 – Схема проверки преобразователя с косвенным измерением токового сигнала и подключением HART-модема



- PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока
(Вольтметр универсальный GDM-79061)
- R_0 – эталонная катушка сопротивлений
(Катушка электрического сопротивления измерительная P331)
- R_1 – магазин сопротивлений (Мера электрического сопротивления постоянного тока
(500 Ом) многозначная MC3070M-1)
- G – источник питания (Источник питания постоянного тока GPR-76030D)

Рисунок А.3 – Схема поверки преобразователя с измерением входного напряжения, косвенным измерением токового сигнала и подключением HART-модема